

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-217461

(43)Date of publication of application : 10.08.2001

(51)Int.CI.

H01L 33/00

(21)Application number : 2000-027451

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 04.02.2000

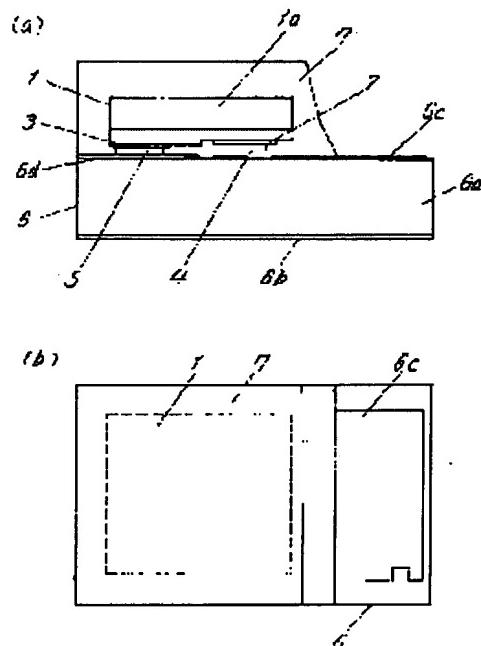
(72)Inventor : KOYA KENICHI
INOUE TOMIO

(54) COMPOUND LIGHT-EMITTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a highly reliable cover conversion compound light-emitting device with high illuminance by a flip-chip-type semiconductor light-emitting device with Ag as a reflection layer and a submount element.

SOLUTION: The compound light-emitting device consists of a submount element 6 and a light-emitting device 1 that is mounted by continuity, a p-side electrode 3 is set to a contact layer 3a by a metal material that can be subjected to ohmic connection to a p-side semiconductor lamination film, and at the same time a reflection layer 3b made of Ag for reflecting light to a main light take-out surface side is provided on the surface, and the surrounding of the light-emitting device 1 is sealed with a resin package 7 at least containing silicon and a fluorescent substance for converting the wavelength of the light of the light-emitting device 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-217461

(P2001-217461A)

(43)公開日 平成13年8月10日(2001.8.10)

(51)Int.Cl.⁷

H 01 L 33/00

識別記号

F I

H 01 L 33/00

マーク(参考)

E 5 F 0 4 1

C

N

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願2000-27451(P2000-27451)

(22)出願日

平成12年2月4日(2000.2.4)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 小屋 賢一

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業
株式会社内

(72)発明者 井上 登美男

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業
株式会社内

(74)代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

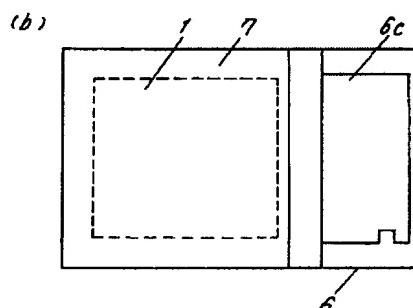
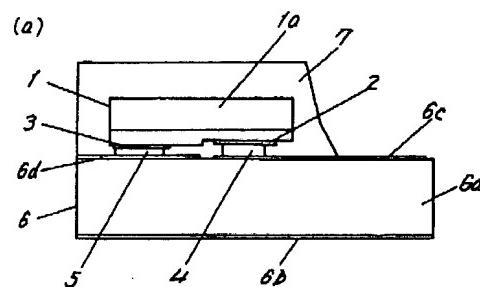
最終頁に続く

(54)【発明の名称】複合発光素子

(57)【要約】

【課題】 A g を反射層としたフリップチップ型の半導体発光素子とサブマウント素子による高輝度、高信頼性色変換複合発光素子の提供。

【解決手段】 サブマウント素子6とその上に導通搭載した発光素子1とからなり、p側の電極3をp側半導体積層膜にオーミック接続可能な金属材料によるコンタクト層3aとともにその表面に光を主光取出し面側に反射させるA g の反射層3bを備え、発光素子1の周りを、シリコン及び発光素子1の光の波長変換のための蛍光物質を少なくとも含有した樹脂パッケージ7で封止する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明の結晶基板の上にn型層及びp型層を成長させた半導体積層構造を持ち、結晶基板と反対側の面上にn型層及びp型層とそれぞれオーミック接続するn電極及びp電極を備え、該p電極がp型半導体積層膜にオーミック接続可能な金属材料によるコンタクト層と、その上に反射率の高いA_gによる反射層と、その上にN_iの保護膜とからなるフリップチップ型半導体発光素子と、前記フリップチップ型半導体発光素子のp及びn電極に対応する位置に2つの電極が形成された第1の主面と全面電極が形成された第2の主面を持つサブマウント素子からなり前記サブマウント素子の第1の主面の2つの電極上にマイクロバンプを介して前記フリップチップ型半導体発光素子のp及びn電極を対峙させて導通搭載した複合発光素子において、前記発光素子の周りを、シリコン及び前記発光素子の光の波長変換のための蛍光物質を少なくとも含有した樹脂で封止したことを特徴とする複合発光素子。

【請求項2】 前記A_gの反射層は、50nmから500nmの厚さであることを特徴とする請求項1記載の複合発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、たとえばGaN系化合物半導体を利用したフリップチップ型の半導体発光素子との半導体発光素子を搭載するサブマウント素子による複合発光素子に係り、特に反射層として設けるA_gによるマイグレーションを効果的に防止できるようにした色変換複合発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】GaN, GaAlN, InGaN及びInAlGaN等のGaN系化合物半導体は、可視光発光デバイスや高温動作電子デバイス用の半導体材料として多用されるようになり、青色及び緑色の発光ダイオードの分野での展開が進んでいる。

【0003】図3に従来のGaN系化合物半導体発光素子の概略斜視図を示す。

【0004】青色発光のGaN系の半導体発光素子50は、絶縁性の基板としてサファイア基板50aを用いてその上にn型層51とp型層52を形成し、p型層52の一部をエッチングしてn型層51を露出したものである。そして、露出させた部分のn型層51にはワイヤボンディングのためのn側電極51aを形成し、p型層52は発光域となるためその上面のp型層52にオーミック接続可能な金属材料であって且つ光透過性の透明電極52aを形成すると共にその一部にワイヤボンディングのためのp側電極52bを設けるというのが基本的な構成である。

【0005】ここで、透明電極52aはNiとAuの積層膜またはCoとAuの積層膜としたものであり、p側

2

電極52bも同様の組み合わせの積層膜によって形成されたものが殆どである。また、n側電極51aはTiとAuの積層膜またはVとAlとの積層膜としたものが一般に利用されている。そして、透明電極52a, p側電極52b及びn側電極51aのそれぞれの材料は、GaN系化合物半導体にオーミック接続できる条件を満たすことを大前提として選択されている。すなわち、Ni, Co, Ti及びVが素子側に対してオーミック接続するのに好適な電極材料であり、Auは酸化され難いのでボンディング性の向上が図れるという理由で利用されている。

【0006】このような半導体発光素子50は、n型層51とp型層52との間のp-n接合域またはその間に積層されるInGaNを活性層とし、p型層52の表面を主光取出し面としてリードフレーム等にマウント後、n側電極51a及びp側電極52bのそれぞれにAuワイヤ(図示せず)をボンディングしてリードフレーム側と導通させ、主光取出し面からの発光を得る構造が一般的である。

【0007】ところで、絶縁性であって光透過性のサファイア基板50aを用いるので、n側とp側の電極51a, 52bはいずれもサファイア基板50aと反対側の一面に形成されるので、フリップチップ型として利用できる。本願出願人はこの点に着目して、ツェナーダイオードをサブマウント素子として半導体発光素子50をこのツェナーダイオードに実装搭載した半導体発光装置を提案し、特願平10-287623号として出願した。この出願に係る半導体発光装置では、ツェナーダイオードが持つ静電気保護機能を有效地に利用できるほか、発光出力の面からも従来品と比べて優れた製品が得られた。

【0008】このようなサブマウント素子に半導体発光素子50をフリップチップ型で実装するとき、透光性のサファイア基板50が主光取出し面となるが、活性層からの光はn側及びp側の電極51a, 52bを形成した面からも放出される。したがって、p側の透明電極52a上に銀白色系の反射層を形成し、この反射層からの反射光を主光取出し面側に回収して発光効率を高くすることができます。そして、銀白色系の反射層の中でも、A_gの金属元素が発光効率が最も高いとされている。

【0009】一方、LEDの分野では、フルカラー対応には光の三原色のR, G, B(青)が必要であるから、これらの発光色のLEDのより一層の開発と改良が主である。その一方で、たとえばR, G, Bの合成によってしか得られない白色発光を単一のLEDで達成しようとする試みも既になされている。このような試みの一つとして、たとえば特開平7-99345号公報に開示されたものがある。

【0010】この公報に記載のLEDは、発光チップを搭載するリードフレームのマウント部を含めて樹脂(図

50

示せず)によって封止するいわゆるLEDランプのタイプとしたものである。そして、発光チップの発光波長を変えて異なった発光色とするために、発光チップの周りのマウント部に蛍光物質を含んだ樹脂で封止した構成としたものである。このような波長変換用の蛍光物質を含む樹脂で発光チップを封止することで、発光チップからの青色発光の波長が蛍光物質によって変えられ、高輝度のGaN系半導体を利用した青色の発光チップを白色発光のデバイスとして使えるようになる。

【0011】また、図3の発光チップをマウント部に搭載して砲弾型に樹脂封止するLEDランプに代えて、発光チップをプリント配線基板に表面実装して樹脂封止する半導体発光装置についても、同様に蛍光物質を含む樹脂層によって白色発光を得ることができる。このような半導体発光装置の例としては、たとえば特開平11-31845号公報に記載のものがある。これは、プリント配線基板の上に実装搭載された発光チップの主光取出し面の上に接着剤の層を塗布してその上面に蛍光体の層を付着させたものである。

【0012】また、白色発光の半導体発光装置については特願平11-3788号に記載のものがある。これに係る半導体発光装置では、サブマウント素子の上にp側及びn側の電極を下向きにして発光素子を実装搭載し、この発光素子の周りを蛍光物質を含む樹脂パッケージで封止することにより発光素子からの青色発光を蛍光物質によって波長変換して白色発光を得ることができる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】図3に示したような半導体発光素子50をフリップチップ型で実装するとき、活性層からn側及びp側の電極51a、52b側に抜ける光を回収するため、p型層52の表面にオーミック接続可能な金属材料によるコンタクト層(従来の透明電極52a)とするとともに反射のためにAgの層をこの透明電極52aの表面に形成している。この場合、Agの層が電極材料となるので、半導体デバイスの分野ではマイグレーションを発生してしまう。このマイグレーションは、水分や電場などについて或る特定の条件のときにAgがイオン化することが原因となって発生するもので、回路の短絡などを引き起こす。

【0014】一方、波長変換のための蛍光物質を混入したエポキシ樹脂で半導体発光素子50の周りを塗布または封止すると、半導体発光素子50に印加される電場とエポキシ樹脂の中を浸透してきた水分とが反応しやすい。すなわち、このような印加電場とエポキシ樹脂内の水分との反応より、Agのマイグレーションが更に一層引き起こされやすくなり、半導体発光素子50のn側電極51a及びp型層52との間のリーク不良が短時間で発生してしまうという問題がある。

【0015】また、エポキシ樹脂のみで半導体発光素子50の周りを封止した場合も、前述の問題によりマイグ

レーションが生じる。

【0016】このように、フリップチップ型の発光素子をサブマウント素子と複合素子化して発光素子の周りを蛍光物質を含むエポキシ樹脂で封止すると、白色等への波長変換ができるものの、発光素子の一面に反射層としてのAgを含むので、エポキシ樹脂との組合せではマイグレーションが避けられない。また、エポキシ樹脂のみでも同様である。

【0017】本発明は、反射率が最も高いAgをマイグレーションを発生させることなくp側電極に使用することができるフリップチップ型の半導体発光素子とサブマウント素子による色変換複合発光素子を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明は、透明の結晶基板の上にn型層及びp型層を成長させた半導体積層構造を持ち、結晶基板と反対側の面上にn型層及びp型層とそれオーミック接続するn電極及びp電極を備え、該p電極がp型半導体積層膜にオーミック接続可能な金属材料によるコンタクト層と、その上に反射率の高いAgによる反射層と、その上にNiの保護膜とからなるフリップチップ型半導体発光素子と、前記フリップチップ型半導体発光素子のp及びn電極に対応する位置に2つの電極が形成された第1の正面と全面電極が形成された第2の正面を持つサブマウント素子からなり前記サブマウント素子の第1の正面の2つの電極上にマイクロバンプを介して前記フリップチップ型半導体発光素子のp及びn電極を対峙させて導通搭載した複合発光素子において、前記発光素子の周りを、シリコン及び前記発光素子の光の波長変換のための蛍光物質を少なくとも含有した樹脂で封止したことを特徴とする。

【0019】このような構成であれば、Agを反射層としたフリップチップ型半導体発光素子であっても、高輝度で高信頼性の色変換複合発光素子を得ることができる。

【0020】また、本発明は、前記Agの反射層を50nmから500nmの厚さとすることを特徴とする。

【0021】このような構成であれば、Agの反射率を落とさずAgのマイグレーションを抑制することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】請求項1に記載の発明は、透明の結晶基板の上にn型層及びp型層を成長させた半導体積層構造を持ち、結晶基板と反対側の面上にn型層及びp型層とそれオーミック接続するn電極及びp電極を備え、該p電極がp型半導体積層膜にオーミック接続可能な金属材料によるコンタクト層と、その上に反射率の高いAgによる反射層と、その上にNiの保護膜とからなるフリップチップ型半導体発光素子のp及びn電極に対応する位置

に2つの電極が形成された第1の正面と全面電極が形成された第2の正面を持つサブマウント素子からなり前記サブマウント素子の第1の正面の2つの電極上にマイクロバンプを介して前記フリップチップ型半導体発光素子のp及びn電極を対峙させて導通搭載した複合発光素子において、前記発光素子の周りを、シリコン及び前記発光素子の光の波長変換のための蛍光物質を少なくとも含有した樹脂で封止したことを特徴とする複合発光素子であり、光取り出し面とは反対に進む光をA gの反射層で効率よく反射させる作用を有する。また、N iでA gの表面を覆うことにより、水分を遮断しA gのイオン化によるマイグレーションを抑制し、さらに前記発光素子の周りをシリコン及び前記発光素子の光の波長変換のための蛍光物質を少なくとも含有した樹脂で封止することにより、シリコン樹脂とN i表面の界面において、高密度の結合界面を形成し水分の進入の防止と界面での水分子の凝集を抑制することができ、A gのマイグレーション対策の効果をより確実なものとすることができます。以上のことから、A gを反射層としたフリップチップ型半導体発光素子であっても、高輝度で高信頼性の色変換複合発光素子が得られる。

【0023】請求項2に記載の発明は、前記A gの反射層は、50nmから500nmの厚さであることを特徴とする請求項1記載の複合発光素子であり、A gの反射率を落とさずA gのマイグレーションを抑制できて高輝度で高信頼性の製品が得られるという作用を有する。

【0024】以下に、本発明の実施の形態の具体例を図面を参照しながら説明する。

【0025】図1は本発明の実施の形態によるGaN系化合物半導体発光素子の概要であって、同図の(a)は平面図、同図の(b)は同図(a)のA-A線矢視による縦断面図である。なお、図示の発光素子は図3で示したものとほぼ同様の構成を持つものであるが、本実施の形態ではより詳細に説明する。

【0026】図1の(a)及び(b)において、発光素子1は、絶縁性の透明なサファイア基板1aの表面に複数の半導体薄膜層を従来周知の有機金属気相成長法によって成膜したものである。この薄膜の積層体は、たとえば下から順にGaNバッファ層1b、n型GaN層1c、InGaN活性層1d、p型AlGaN層1e及びp型GaN層1fとしたものであり、ダブルヘテロ構造または量子井戸構造となっている。

【0027】n型GaN層1cの一つのコーナー部の上面はエッチングによって段差状に除去され、この除去された部分にn側電極2を蒸着法によって形成している。また、エッチングによる切除部分を除いた最上層のp型GaN層1fの上面には、p側半導体積層膜にオーミック接続可能な金属材料によるコンタクト層3aが蒸着法によって形成され、その表面にはA gの反射層3bが、コンタクト層3aの全面もしくはそのほぼ全域に形成さ

れている。すなわち、p側電極はこれらのコンタクト層3aと反射層3bとによって構成されている。また、n側電極2及びp側電極3の上にはそれぞれマイクロバンプ4、5を形成している。なお、マイクロバンプ4、5は、後述するサブマウント素子側の電極上に形成したものでもよい。

【0028】図2は発光素子をサブマウント素子に導通搭載するとともに、発光素子1の青色発光を白色に波長変換するための樹脂層で封止した複合発光素子の概略であって、(a)は縦断面図、(b)は平面図である。

【0029】図示のように、本発明の半導体発光装置は、実装基板(図示せず)に導通搭載したサブマウント素子6に発光素子1を搭載し、更にこの発光素子1の周りを波長変換のための蛍光物質を含有した樹脂パッケージ7によって封止したものである。

【0030】なお、図示していない実装基板は、従来のフリップチップ型の半導体発光素子と同様にウエハ状態の基板材にスリットを切開したものを用い、このスリットを通して一対の電極をめっき法によって実装基板の表裏両面にかけて形成したものである。また、樹脂パッケージ7はサブマウント素子6及び発光素子1の実装及びワイヤボンディングの後にウエハ状態の基板材の表面を樹脂で封止し、最終工程のダイシングによって図示の形状のサブマウント素子6と樹脂パッケージ7として創成される。

【0031】サブマウント素子6はn型のシリコン基板6aを用いたもので、このシリコン基板6aの底面には実装基板の電極に導通搭載されるn電極6bを形成している。また、シリコン基板6aの上面には、このシリコン基板6aの一部に形成したp型半導体領域に接触するp側電極6cとn型半導体領域に接触するn側電極6dがそれぞれ形成されている。

【0032】発光素子1はそのn側電極2をマイクロバンプ4によってサブマウント素子6のp側電極6cと導通させ、p側電極をマイクロバンプ5によってサブマウント素子6のn側電極6dに導通させている。そして、サブマウント素子6のn側電極6bを実装基板の配線パターンに導通搭載させるとともに、p側電極6cと実装基板の配線パターンをワイヤ(図示せず)でボンディングすることにより、発光素子1が電源側と導通接続される。

【0033】発光素子1を封止している樹脂パッケージ7は、シリコン樹脂に蛍光物質を混入またはエポキシ樹脂にシリコン樹脂及び蛍光物質を混入したものである。また、この青色発光を白色発光に変換する蛍光物質の場合は、発光素子1の発光色である青色と補色の関係を持つものであればよく、蛍光染料、蛍光顔料、蛍光体などが利用でき、たとえば(Y, Gd), (Al, Ga), O₁₂: Ce等が好適である。

【0034】なお、これらの蛍光物質による白色への波

長変換では、均等な波長変換率が得られるようになるとが重要であり、このためには樹脂パッケージ7の厚さを発光素子1の全方位でほぼ一様とすればよい。たとえば樹脂パッケージ7の厚さが過剰であると緑がかかった発光となり、厚さが薄いと青みがかかった色となり、純粹な白色が得られない。

【0035】以上の構成において、発光素子1に通電されるとInGaN活性層1dの発光層から光が放出される。この場合、透明のサファイア基板1aを用いたGaN系化合物半導体の青色発光の発光素子1では、サファイア基板1aの上面を主光取出し面とするものの、サファイア基板1aはこれに積層した半導体薄膜層の底面や側面からも光が放出され、発光素子1の全体の表面がほぼ一様に発光する。一方、サファイア基板1aの反対側であってサブマウント素子6の表面に対峙して下向きになっているp側電極3のはば全面には、Agの反射層3bが形成されている。したがって、発光層から下に抜け光はこのAgの反射層3bによって反射され、サファイア基板1aの上面の主光取出し面から放出される。

【0036】発光素子1からの光が青色発光であって樹脂パッケージ7が白色発光に変換する蛍光物質を含むので、樹脂パッケージ7から白色発光する。なお、樹脂パッケージ7及びサブマウント素子6はその表面の保護のために、たとえばエポキシ樹脂等より樹脂封止したものを実際の製品とすることが好ましい。

【0037】ここで、発光素子1のn側及びp側の電極2、3を形成している面であってp側電極3のはば全体にはAgの反射層3bが形成されている。この場合、従来のようにエポキシ樹脂でAgの反射層3bを含めて発光素子1の全体を封止すると、マイグレーションを生じてn側及びp側の電極2、3が短絡しやすくなり、製品の信頼度が低下する。これに対し、本発明では、発光素子1の周りをシリコン及び前記発光素子の光の波長変換のための蛍光物質を少なくとも含有した樹脂によって封止するので、このようなマイグレーションが抑えられる。これは、シリコンとNiの界面において高密度の結合界面が形成され、水分の浸入の防止と水分子の凝集を抑制する効果があるためと推測される。

【0038】ところで、p側電極3のはば全面に形成されたAgの反射層3bのマイグレーションの防止のためには、Agの反射層3bの厚さが重要な因子である。本発明者らは、Agの反射層3bの厚さについて検討を重ね、その層厚が500nm以上であると、有効な反射による光の回収はできても、マイグレーションの抑制は完全ではないことを確認した。そして、p側電極3の反射効率を上げるとともに、マイグレーションの対策をとるために本発明では、p型GaN層1fに接触するコンタクト層3aの厚さを50nm、その表面の反射層3bのAg層の厚さを50nmの膜厚で形成し、更にその上面にNiを1.0μmの膜厚で形成した積層体としている。

る。

【0039】なお、コンタクト層3aは、p型GaN層1fに対して良好なオームックコンタクトをとるため、Ni、Co、Sb等の金属材料を使用している。また前記コンタクト層3aの厚さは、Ni、Co、Sb等の金属材料が青色や緑色の光に対して反射率が必ずしも良好ではないため光が透過できる薄さとしている。

【0040】一方、コンタクト層3aの上に積層された反射率の高いAgの反射層3bは、逆に光を反射する最低限の厚さである50nm以上とする。同時に、この反射層3bのAgのイオン化を抑えるために、500nm以下とすることが好ましい。また、Niは、水分の遮断としての作用効果があるので1μm以上の厚さでもよい。

【0041】

【発明の効果】本発明では、Agを反射層としても光の波長変換の為の樹脂にシリコンを含有させることによってマイグレーションを効果的に防止でき、発光素子のp側及びn側の電極の短絡事故がなく高輝度、高信頼度の製品を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における半導体発光素子の概略であって、

(a) 平面図

(b) は同図(a)のA-A線矢視による縦断面図

【図2】半導体発光素子をサブマウント素子に搭載したときの複合発光素子の例であって、

(a) は概略縦断面図

(b) は平面図

【図3】従来から知られているGaN系化合物半導体を利用した青色発光の半導体発光素子の概略斜視図

【符号の説明】

1 発光素子

1a サファイア基板

1b GaNバッファ層

1c n型GaN層

1d InGaN活性層

1e p型AlGaN層

1f p型GaN層

2 n側電極

3 p側電極

3a コンタクト層

3b 反射層

4, 5 マイクロバンブ

6 サブマウント素子

6a シリコン基板

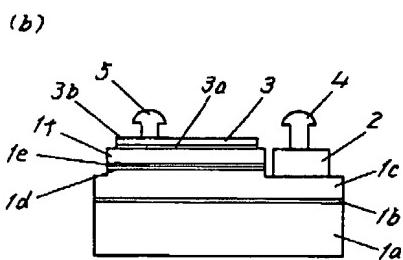
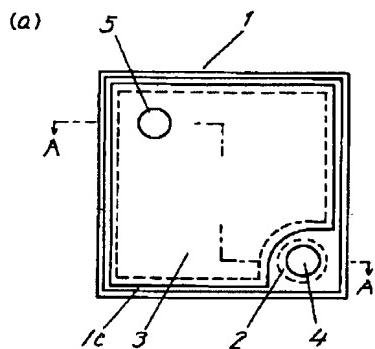
6b n電極

6c p側電極

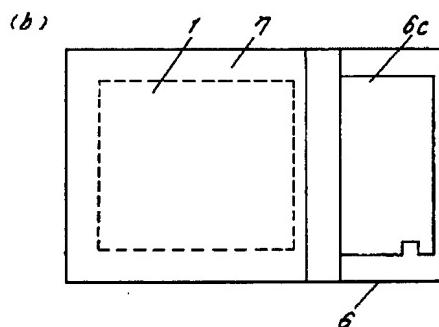
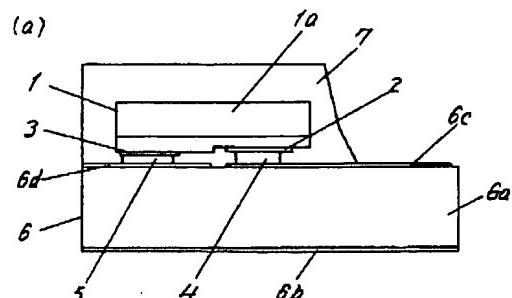
6d n側電極

7 樹脂パッケージ

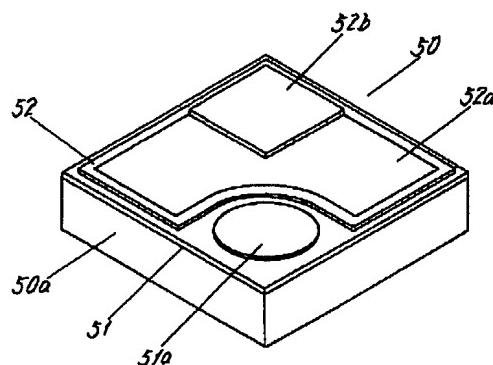
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F041 AA03 AA04 AA11 AA44 CA13
CA40 CA82 CA86 CA92 CA98
CB15 DA04 DA09 DA20 DA45
EE23 EE25